十二指肠钩虫和美洲钩虫在动物宿主体内发育各期的形态观察*

蒋 华 强慧琴
（中国医学科学院寄生虫病研究所）

摘 要

作者观察了十二指肠钩虫和美洲钩虫分别在幼犬和仓鼠体内不同发育时期的形态变化。两种钩虫在皮肤和肌肉内的形态与侵入宿主前的第3期幼虫相似。在肺内美洲钩虫发生明显的形态变化，而十二指肠钩虫则否。十二指肠钩虫第4期幼虫口腔的长宽几乎相等，但美洲钩虫宽大于长。此时美洲钩虫雌虫阴门位于虫体中横线之后，但到第5期幼虫和成虫时已位于中横线之前。两种钩虫第5期幼虫真口腔腹侧面各有一对管状开口，尤以十二指肠钩虫的明显。另一对管状开口位于真口腔的背侧面，此则以美洲钩虫者明显。第4期幼虫的性别除雌虫的阴门外，还可从虫体的尾部加以区别。两种钩虫雄虫交合伞前面侧腹处各有一对螺旋形感觉器。同时在泄殖腔开口处各有二对乳突，但在形态上两种钩虫有明显区别。此外，还观察到美洲钩虫交合伞侧肋内缘有一对小乳突以及雌虫尾部末端具一棍棒状尾刺。

十二指肠钩虫和美洲钩虫成虫的形态，在本世纪初已为Stiles(1901)和Looss(1911)所描述。但宿主体内发育各期的虫体形态，因未找到适宜的动物宿主而难以进行。至60年代初两种钩虫始有在幼犬体内完成生活史寄生阶段的报告，但对虫体的形态描述均较简单。近年来，应用电镜技术对两种钩虫的形态作了进一步观察。可是在线虫分类上具有重要意义的某些形态仍未见提及。本文就两种钩虫在实验动物体内发育各期的形态进行了系统观察，对一些尚未描述的形态特征作了补充。

材 料 与 方 法

将十二指肠钩虫和美洲钩虫单一感染的患者粪便，经培养、分离获得的第3期幼虫

* 本项研究得到联合国开发计划署／世界银行／世界卫生组织热带病研究培训特别规划的部分支持。
本文1981年10月15日收到，1982年4月12日收到修改稿。

分别经肤感染幼犬和仓鼠。感染后不同时间解剖、检查皮肤、肌肉、肺脏和小肠内的虫体。活体观察形态、测量虫体。全部标本最后用10%中性福尔马林固定保存。

结　果

幼虫侵入宿主后，皮肤和肌肉内两种钩虫，以及肺脏和刚进入小肠内的十二指肠钩虫的形态，除无鞘和虫体长度略有差异外，均与侵入宿主前的第3期幼虫相似(表1)。唯美洲钩虫移行至肺脏后发生明显的形态变化，肠管内色素颗粒开始沉着，直至充满肠管，虫体增粗，头部变圆，继而内陷。感染后6～7天假口腔形成。此时由于肛孔略向腹面突起，侧面观时尾部呈不对称。整个肺期幼虫有食道矛，生殖原基存在，口腔封闭，肠管不与食道相通（图Ⅰ10）。

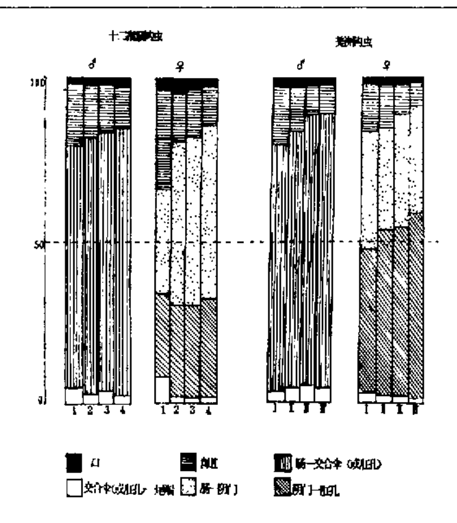
两种钩虫移行至小肠后随着时间的延长，虫体逐渐增大，各部位的长度也有不同程度增长（表2），但增长的比率有差异。口腔和肛孔（或交合伞）之后的长度占全长的比率基本相同，肠管到肛孔（或交合伞）的比率明显增加，食道的比率则减少(图Ⅰ)。

十二指肠钩虫最早进入小肠的时间在感染后第4天。第5天即蜕皮为第4期幼虫；美洲钩虫最早在感染后第9天进入小肠，且均为已蜕皮的第4期幼虫。该期幼虫两性已经分化。其区别除雌虫的阴门开始发育外，主要在尾部。雌虫尾部尖细，似“柳叶形”（图Ⅱ2，11、图Ⅲ1，5），雄虫尾短，呈“针状”小刺，位于虫体背侧，肛孔部美洲钩虫尤较十二指肠钩虫膨大呈“球形”（图Ⅱ3，12，图Ⅲ2，6）。此时食道矛和生殖原基

表1　两种钩虫发育各期的虫体大小

寄生部位	发育期	性别	十二指肠钩虫 感染天数	测量虫数	长±SD×宽±SD	美洲钩虫 感染天数	测量虫数	长±SD×宽±SD
自由生活	3			30	0.67±0.03×0.016±0		30	0.57±0.03×0.016±0
皮肤	3		1	30	0.54±0.06×0.016±0	1	30	0.51±0.06×0.016±0
肌肉	3		1～2	13	0.63±0.05×0.016±0	1	20	0.66±0.07×0.02±0.001
肺	3		2～11	29	0.69±0.06×0.02±0.003	2～10	37	0.64±0.09×0.05±0.012
小	4	♂	5～10	34	1.84±0.31×0.08±0.013	9～20	21	2.12±0.72×0.13±0.029
		♀	〃	86	1.48±0.49×0.06±0.021	〃	42	2.79±0.89×0.15±0.030
	5	♂	11～15	30	3.77±0.45×0.19±0.031	21～33	22	4.27±1.04×0.23±0.034
		♀	〃	30	4.02±0.72×0.19±0.045	〃	35	4.54±1.13×0.23±0.045
		♂	16～23	40	5.10±1.06×0.28±0.052	34～41	17	6.98±1.54×0.28±0.029
		♀	〃	40	5.59±1.13×0.29±0.068	〃	23	8.23±1.75×0.32±0.045
肠	成虫	♂	24～36	10	7.94±0.83×0.34±0.027	42～89	63	8.68±1.11×0.29±0.023
		♀	〃	10	8.92±0.85×0.45±0.025	〃	89	12.31±1.37×0.36±0.025

＊量度单位为毫米，



1.感染后5～10天，2. 11～15天，3. 16～23天，4. 24～36天；
Ⅰ. 9～20天，Ⅱ. 21～33天，Ⅲ. 34～41天，Ⅳ. 42～89天.

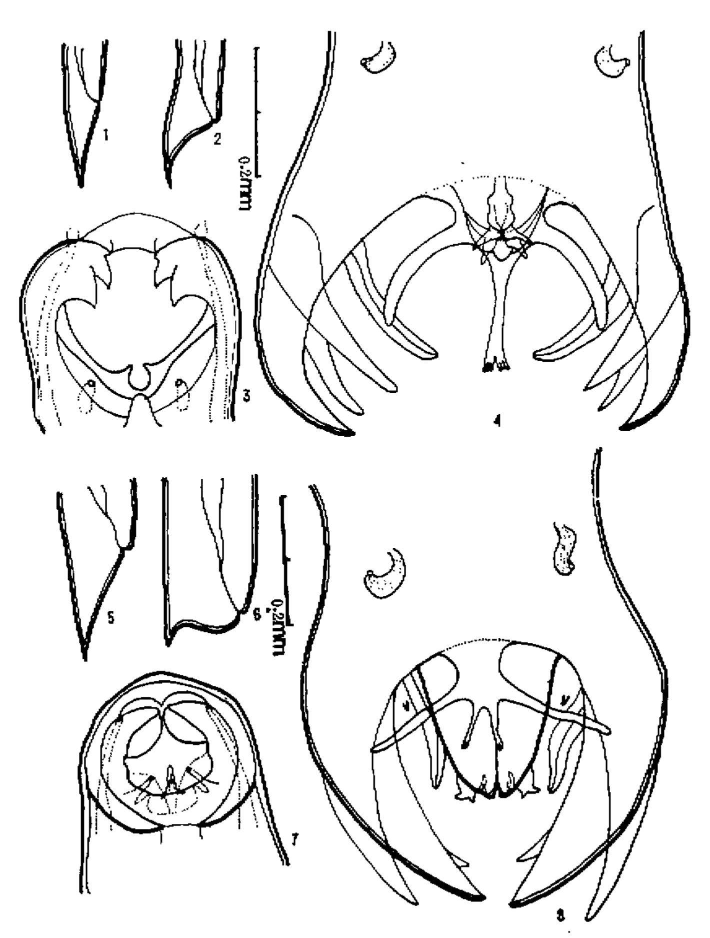
图Ⅰ　两种钩虫在宿主肠内发育过程中各部长度之比

表2　两种钩虫移行至小肠后虫体各部长度变化

虫种	感染天数	性别	口腔*	食道	肠～交合伞肛孔	交合伞肛孔～尾端	肠～阴门	阴门～肛孔
十二指肠钩虫	5～10	♂	0.035±0.003	0.335±0.042	1.304±0.262	0.092±0.014		
		♀	0.031±0.007	0.290±0.070		0.089±0.008	0.304±0.107	0.244±0.059
	11～15	♂	0.083±0.034	0.593±0.068	2.957±0.384	0.120±0.016		
		♀	0.108±0.014	0.611±0.089		0.094±0.011	2.053±0.406	1.112±0.201
	16～23	♂	0.119±0.013	0.760±0.096	4.054±0.960	0.173±0.043		
		♀	0.133±0.022	0.836±0.111		0.120±0.019	2.846±0.633	1.618±0.376
	24～36	♂	0.144±0.008	0.950±0.055	6.768±0.912	0.294±0.038		
		♀	0.153～0.015	1.102±0.087		0.156±0.017	4.724±0.599	2.785±0.380
美洲钩虫	9～20	♂	0.046±0.004	0.393±0.097	1.580±0.635	0.061±0.022		
		♀	0.050±0.005	0.458±0.097		0.117±0.023	1.160±0.183	1.395±0.241
	21～33	♂	0.090±0.013	0.630±0.056	3.452±0.988	0.211±0.039		
		♀	0.099±0.011	0.637±0.067		0.135±0.018	1.712±0.444	2.327±0.644
	34～41	♂	0.087±0.007	0.690±0.049	5.928±1.381	0.372±0.102		
		♀	0.101±0.010	0.733±0.063		0.159±0.026	2.963±0.639	4.273±1.081
	42～89	♂	0.085±0.005	0.641±0.052	7.375±0.942	0.395±0.050		
		♀	0.093±0.008	0.731±0.059		0.193±0.036	4.140±0.681	6.754±0.934

*毫米

消失，食道与肠管相通，但食道瓣膜尚未明显发育。肠内壁颤毛以美洲钩虫的长而密。十二指肠钩虫在感染后15天、美洲钩虫在第8天可见颈乳突。该部体腹中央有一圆形排泄孔（图Ⅰ17）。排泄管“H”形。假口腔前端亚腹侧有一对管状开口，与头腺相连，常有分泌物溢出，时而呈滤泡状，以十二指肠钩虫易见（图Ⅰ4）。两种钩虫第4期幼虫假口腔长宽之比有异，十二指肠钩虫长和宽基本一致（0.035±0.003×0.035±0.003毫米）、美洲钩虫则宽大于长（0.046±0.008×0.055±0.006毫米）。后者的阴门开口于虫体中横线之后，与第5期幼虫和成虫时都不同（图Ⅰ）。



图Ⅱ 十二指肠钩虫（1～4）和美洲钩虫（5～8）形态

1.感染5天肠内第4期幼虫雌虫尾部 2.雄虫尾部 3.感染17天第5期幼虫真口腔，示背，腹面二对管状开口 4.雄虫尾部感觉器和泄殖锥乳突 5.感染11天肠内第4期幼虫雌虫尾部 6.雄虫尾部 7.感染30天第5期幼虫真口腔，示背、腹面二对管状开口 8.雄虫尾部感觉器、泄殖锥乳突及交合伞侧肋内缘乳突

十二指肠钩虫最早蜕皮为第5期幼虫的时间为感染后11天，美洲钩虫为21天。此时真口腔已经形成，并在其背侧另有一对管道开口于口腔内，以美洲钩虫的明显，位于口腔背乳突外侧（图Ⅰ13,图Ⅱ3，7）。两种钩虫阴门"唇形"，横向开口于体腹中央（图Ⅰ5，18）。此时美洲钩虫的阴门已位于中横线之前，区别于十二指肠钩虫（图Ⅰ），口腔的长宽亦趋一致。美洲钩虫的体壁横纹较十二指肠钩虫粗而深，而每隔一定距离有特别深的粗纹（图Ⅰ5，17，18）。两种钩虫交合伞上端内腹侧各有一对螺旋形感觉器（图Ⅰ6、14、图Ⅱ、4、8）。原第4期幼虫雄虫背侧"针状"小尾的部位恰为第5期幼虫交合伞背肋所占据。两种钩虫泄殖孔上端均有两对乳突，但形态明显不同。十二指肠钩虫为指状，前后重叠排列，前一对位于引刺带端部，斜向两侧似"八"字形，后一对位于泄殖孔两侧，基部较宽，平行地指向体后端（图Ⅰ7、8、图Ⅱ4）；美洲钩虫前一对乳突细棒状，紧贴泄殖锥向腹面弯曲，后一对基部膨大，顶端二分叉（图Ⅰ15、16、图Ⅱ8）。美洲钩虫交合伞侧肋部内缘有一对小乳突（图Ⅰ19、图Ⅱ8）。此外，美洲钩虫雌虫尾端还发现以往未曾报道过的棒状尾刺，尾刺的端部突然尖细呈刺（图Ⅰ20），与十二指肠钩虫雌虫的棘状尾刺有明显差异（图Ⅰ9）。两种钩虫第5期幼虫除虫体，特别是肠管部分明显增大外，主要是内部生殖系统的发育。十二指肠钩虫感染15天后，美洲钩虫在33天后子宫内开始见到发育中的虫卵。此后，直到虫卵开放，主要是虫卵的成熟阶段。十二指肠钩虫最早发育至产卵的时间为感染后24天、美洲钩虫为42天。

讨　论

钩虫原属圆形动物门的线虫纲。Chitwood等（1950）将自由生活和寄生线虫合并，提升为线虫门。并按尾感器的有无分为尾感器亚纲（Phasmidia）和无尾感器亚纲（Aphasmidia）。两种人体钩虫归属于前者。由于此一分类法得到了Skrjabin的支持，并加以修正和补充。但尾感器较难观察，对分类带来困难。特别是近年来电镜技术的应用，发现原属于无尾感器亚纲的一些线虫存在尾感器。因此，对Chitwood和Skrjabin的分类更感不适用。鉴于十二指肠钩虫和美洲钩虫在生物学上存在较多差异，看来将两者分别隶属于两个亚科，即钩口亚科（Ancylostomatinae Nicoll, 1927）和仰口亚科（Bunostominae Looss, 1911）较为合适。

线虫的感觉器和雄虫尾部乳突在分类上具有重要意义。但以往在钩虫的形态观察中常被忽视，有关报道甚少。而雄虫尾部乳突的描述更为少见。至今仅见Setasuban(1975)用扫描电镜报道了十二指肠钩虫泄殖锥乳突。作者用活体标本在光学显微镜下同样观察到两种钩虫泄殖锥乳突。其中美洲钩虫为首次描述，其形态与十二指肠钩虫明显不同。而后者的乳突形态也与Setasuban描述的有异，此可能与观察标本经过处理有关。一般认为交合伞为尾翼膜演变而来。本观察首次发现美洲钩虫交合伞侧肋部内侧的乳突以及第4期幼虫雄虫的"小尾"部形成交合伞背肋的事实，对交合伞的发生提供了线索。此外，本文初次描述了美洲钩虫雌虫的尾刺。这样，以往以十二指肠钩虫和美洲钩虫雌虫尾刺的有无作为两种钩虫的鉴别要点已难以成立。但鉴于两种钩虫的尾刺形态上存在明

显差异，故以其差异仍不失为鉴别虫种的要点之一。

作者认为钩虫在宿主体内发育过程中的分期应反映其不同的生理学特点。一般以蜕皮前后分期，即分成第3、第4和第5期幼虫。经过我们对两种钩虫在动物宿主体内发育形态和生态学的观察，认为这种分期如实地反映了虫体不同的生理特点，即无性期（第3期幼虫）、性分化期（第4期幼虫）和性成熟期（第5期幼虫）。而第5期幼虫应自末次蜕皮到子宫内出现虫卵之前为止。之后，子宫内一旦出现虫卵则应称为成虫。

参考文献

蒋华 强慧琴等 1983 十二指肠钩虫和美洲钩虫生态学的比较研究。动物学研究4（1）9—13。

吉田幸雄等 1959 ヅビ鉤虫の非固有宿ごある犬体内に於ける発育にフンこ。东京医誌76，213—216。

吉田幸雄等 1960 ｱトリ カ鉤虫の仔犬体内に於ける発育にフンこ。Jap. J. Parasit. 9(6)，105—111.

吉田幸雄等 1974 Scanning electron microscopy of hookworms. I. Adults and infective larvae of *Necator americanus* (Stiles, 1902). SEast Asia. *J. Trop. Med. Publ. Hlth.* 5(4)，510—514.

吉田幸雄等 1974 Scanning electron microscopy of hookworms. II. Adults and infective larvae of *Ancylostoma duodenale* (Dubini, 1843). SEast Asia. *J. Trop. Med. Publ. Hlth.* 5(4):515—518.

Chitwood B. G. and Chitwood M.D. 1950 An Introduction to Nematology Section. 1. Revised edition.

Looss, A. 1911 The anatomy and life history of *Ancylostoma duodenale* Dub. *Rec. Med. Cauri.* 4: 167.

Rep, B. H. 1963 On the polyxenia of Ancylostomidae and the validity of the characters for their differentiation. *Trop. Geogr. Med.* 15，271—316.

Setasuban, P 1975 Comparative Morpholgy of genital cones of genus *Ancylostoma* Dubini 1843. SEast Asia. *J. Trop. Med. Publ. Hlth.* 6 (2): 231—234.

Stiles, C. W. 1901 Uncinariosis (Ancylostomasis) in man and animals in the United States. *Tex. Med. News* 10(9)，523—532.

Yamaguti, S. 1961 Systema Helminthum V. III The nematodes of vertebrates. Part 1 359—373.

Yorke, W and Maplestone P. A. 1926 The nematoda parasites of vertebrates. London.

OBSERVATIONS ON THE MORPHOLOGY OF DEVELOPING STAGES OF *ANCYLOSTOMA DUODENALE* AND *NECATOR AMERICANUS*

Jiang Hua Qiang Huiqin

(Institute of Parasitic Diseases, Chinese Academy of Medical Sciences)

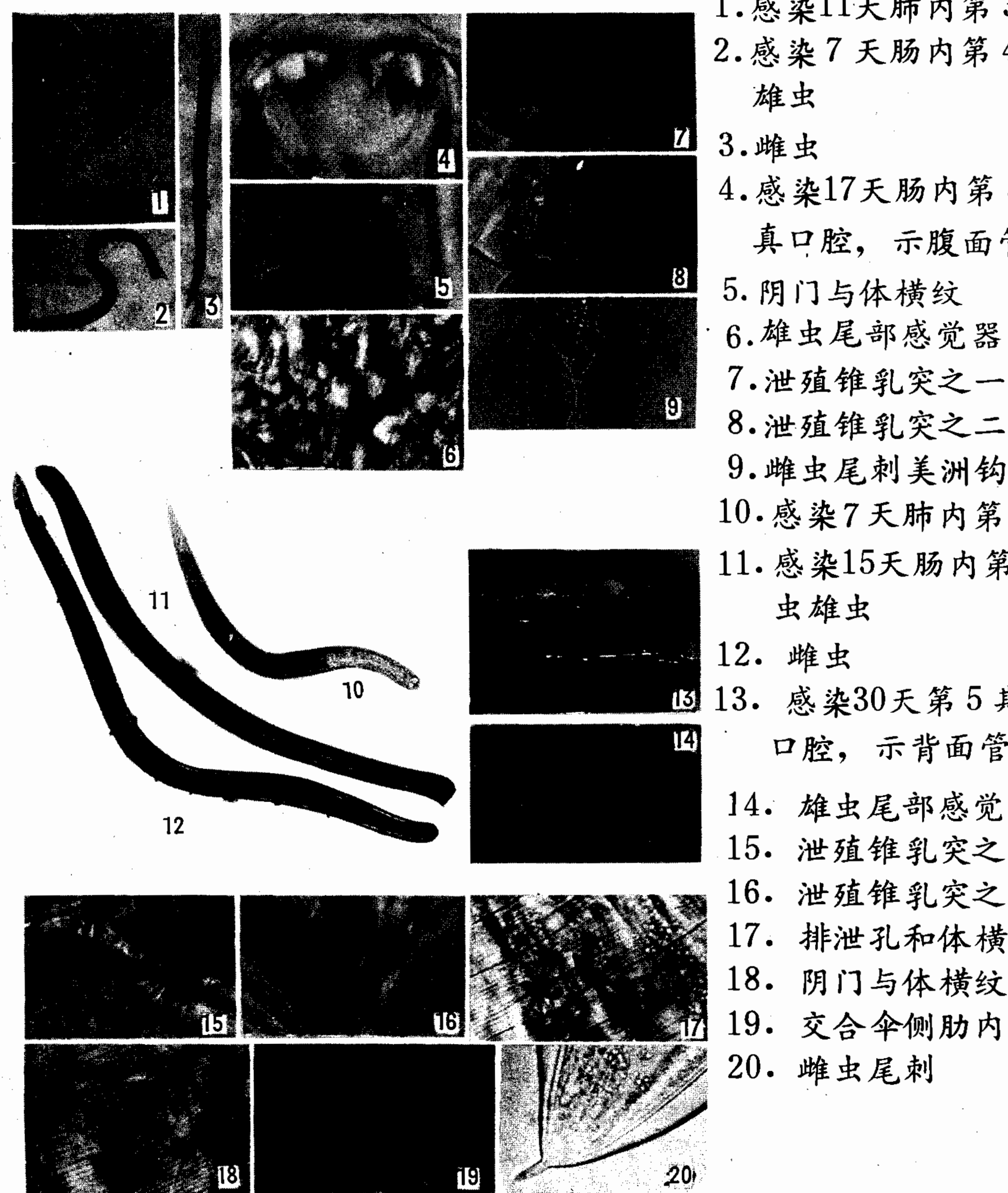
Morphological changes of *Ancylostoma duodenale* and *Necator americanus* at various development stages in animal hosts (young dogs and golden hamsters) were studied. Both species during their skin and muscle stages are similar to the 3rd stage larvae before entering hosts. In host's lung, *N. americanus* undergoes some obvious changes but not *A. duodenale*. In the 4th stage larvae, the length of mouth cavity of *A. duodenale* is almost equivalent to its width, but that of *N. americanus* is shorter. At that stage, the vulva of *N. americanus* is situated at the posterior part of its body; while in the 5th stage larvae and adult, it is at the anterior part. There is a pair of openings on the sub-ventral part of mouth cavity in both species, but more prominent in *A. duodenale*. Another pair of openings occur in the deep sub-dorsal part of the mouth cavity, more prominent in *N. americanus*. At the 4th stage, besides the vulva, worm sex can also be distinguished by its tail. A pair of spiral phasmids are found in the anterior ventral part of bursa. Two pairs of papillae on the dorsal surface of either side of closcal openings are found in both species, but obvious differences in morphology between two species. In addition, it is observed for the first time that there is a pair of small papillae in the position of lateral ray of bursa in male and a tail spicule in female of *N. americanus*.

Partial financial support was received from UNDP/World Bank/WHO TDB.

蒋华等：十二指肠钩虫和美洲钩虫在动物宿主体内发育各期的形态观察

Jiang Hua et al.: Observations The Morphology of Developing Stages of *Ancylostoma duodenale* and *Necator americanus*

图Ⅱ　十二指肠钩虫



1.感染11天肺内第3期幼虫
2.感染7天肠内第4期幼虫雄虫
3.雌虫
4.感染17天肠内第5期幼虫真口腔，示腹面管状开口
5.阴门与体横纹
6.雄虫尾部感觉器
7.泄殖锥乳突之一
8.泄殖锥乳突之二
9.雌虫尾刺美洲钩虫
10.感染7天肺内第3期幼虫
11.感染15天肠内第4期幼虫雄虫
12.雌虫
13.感染30天第5期幼虫真口腔，示背面管形开口
14.雄虫尾部感觉器
15.泄殖锥乳突之一
16.泄殖锥乳突之二
17.排泄孔和体横纹
18.阴门与体横纹
19.交合伞侧肋内缘乳突
20.雌虫尾刺